

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報(A) 平4-107234

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 平成4年(1992)4月8日

C 22 C 14/00

Z

8825-4K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (金3頁)

⑰ 発明の名称 高強度高靱性チタン合金

⑱ 特 願 平2-225814

⑲ 出 願 平2(1990)8月27日

⑳ 発 明 者 黒 田 篤 彦 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

㉑ 発 明 者 岡 田 稔 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

㉒ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉓ 代 理 人 弁理士 井内 龍二

刊月 年日 頁数

1. 発明の名称

高強度高靱性チタン合金

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%でもってAlを4.0%以上7.0%以下、Vを3.0%以上5.0%以下、Zrを0.1%以上9.0%以下の割合で含有し、残部がTi及び不可欠的な不純物からなることを特徴とする高強度高靱性チタン合金。

3. 発明の詳細な説明

背景上の利用分野

本発明は高強度高靱性チタン合金、より詳細には化学工業、エネルギー開発分野、一般工業用構造材として用いられる高強度高靱性チタン合金に関する。

従来の技術

現在使用されているチタン合金としては、工業用純チタン及び $\alpha$ 型、 $\alpha+\beta$ 型、 $\beta$ 型のチタン合金が知られている。

また上記チタン合金のうち、 $\alpha+\beta$ 型のチタン

合金としてはTi-6Al-4V、Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo、Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo、Ti-3Al-2.5V、Ti-8Al-1Mo-1Vが知られている。

チタン合金にZrを追加したものととしては、上記したTi-6Al-2Sn-4Zr-6Mo、Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Moの他、Ti-11.5Mo-6Zr-4.5Sn合金等が知られているが、AlとVとの合金系にZrを追加した合金は知られていない。

発明が解決しようとする課題

チタン合金はチタン合金の高強度、低比重の特性を活かし、構造材として多く用いられている。ところがチタン合金は靱性が低いため、構造材として用いた場合、電撃に対する抵抗が不十分である。従ってチタン合金を構造材として用いる場合、強度の向上のみを主眼とするのではなく、靱性値の向上にも注意を払う必要がある。しかしながら現在までのところ、強度を確保しつつ靱性値を向上させたものは発明されていない。

すなわち、従来知られているチタン合金の溶体化処理による熱処理方法を施したものでは、強度

の向上は可能であるけれども韧性値の低下が大きく、構造材として用いる場合には問題が残るといった課題があった。

本発明は上記した課題に鑑み発明されたものであって、チタン合金の本質的な問題点である韧性の低い点を解決し、強度及び韧性値のバランスに優れたチタン合金を提供することを目的としている。ここで、本発明では、焼鈍後の機械的性質のうち、室温での0.2%耐力が95Xgf/mm<sup>2</sup>以上、韧性値としては室温でのシャルピー衝撃値で代表させ、この値が3.0kgm/cm<sup>3</sup>以上を有することを目標とした。

#### 課題を解決するための手段

上記目的を達成するために本発明に係るチタン合金は、重量%でもってAlが4.0%以上7.0%以下、Vが3.0%以上5.0%以下、Zrが0.1%以上9.0%以下の割合で含有し、残部がTi及び不可避免的な不純物からなることを特徴としている。

以下、本発明に係る高強度高韧性チタン合金の成分割合の限定理由について説明する。

0.8、Y等をいい、これらは通常、下記の範囲内で含まれることが許される。

Fe: 0.30%以下  
C: 0.10%以下  
H: 0.0125%以下  
O: 0.20%以下  
N: 0.05%以下  
Y: 0.005%以下

#### 作用

$\alpha + \beta$ 型のチタン合金にZrを添加すると、Zrは $\alpha$ 相と $\beta$ 相の両相に固溶するいわゆる中立型の元素となることが知られている。

本発明者らはチタン合金の強靱化を図るためにチタン合金の破壊過程を調査した結果、 $\alpha + \beta$ 型のチタン合金の破壊は $\alpha$ 相と $\beta$ 相との結晶の界面において亀裂が進展していることに基づいていることを見いだした。この場合、破壊の主亀裂の前面に微細な亀裂が多数発生し、この微細な亀裂が連結して破壊が進んでいた。従って破壊の抵抗を高めるためには微小亀裂の発生を防止することが

(1) Al、Vについて

Alはチタン合金にとっては $\alpha$ 相安定化元素であり、最も一般的に用いられる添加元素である。

一方Vは $\beta$ 相安定化元素である、これらの元素は固溶強化の目的でチタン合金に添加されている。

チタン合金を強化するためにはAlを4.0%以上、またVを3.0%以上添加することが必要である。一方、Alの濃度が7.0%を超えると $\alpha$ 相中に $\alpha_2$ と呼ばれる金属間化合物が析出し、著しくチタン合金の脆化を引き起こす。またVが5.0%を超えて含まれると、チタン合金全体の強度は著しく高くなるが、韧性値は逆に大きく低下し、目標値を満足させることはできない。

(2) Zrについて

Zrの濃度が0.1%未満であると韧性値の向上効果が表われない。一方、9.0%を超えて含有するとチタン合金の強度は増大するが、韧性値が目標値を満たすことができなくなる。

(3) 最後に不可欠的な不純物とは、Fe、C、H、

N、Y等である。

この微細亀裂の発生を防止するためには、主亀裂の前方で応力を受けている領域の破壊抵抗を高めることが必要である。このためには $\alpha \cdot \beta$ の両相の強度を同時に高めることが必要であると考えられた。

そこで本発明者らはZrが $\alpha$ 相と $\beta$ 相の両相に固溶するいわゆる中立型の元素であることに着目し、 $\alpha$ 相と $\beta$ 相との両相の強度を向上させるためにはZrの添加が有効であると考え、Zrの添加を検討し、本発明を完成するに至った。

#### 実施例および比較例

以下、本発明に係るチタン合金の実施例および比較例について説明する。

通常の方法により、後記する第1表に示した組成のチタン合金を製造した。

これらチタン合金の機械的性質に与える添加成分の影響を調査する目的で、第1表に示した成分のチタン合金を溶解して機械的性質を調査した。

実験素材は各1kgのインゴット〔外径 $\phi$ 50mm $\times$

## 特開平4-107234(3)

第1表 機械的性質評価結果

No.	成分 (w t %)			機械的性質		評価
	A l	V	Zr	0.2 % 耐力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	引張 強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
1	※3.5	4.1	3.1	87.8	4.8	×
2	4.1	4.2	3.3	97.8	4.6	○
3	5.3	4.0	3.2	98.8	3.5	○
4	6.8	4.1	3.2	102.8	3.1	○
5	※7.2	4.0	3.3	90.6	1.1	×
6	6.0	※2.5	3.4	92.5	4.1	×
7	6.0	3.1	3.3	97.5	3.2	○
8	6.0	4.2	3.0	104.9	4.5	○
9	6.2	4.9	2.9	98.4	3.8	○
10	5.9	※5.3	3.1	105.0	3.0	×
11	6.1	4.1	※0.07	85.0	2.7	×
12	6.0	3.0	0.15	95.7	4.3	○
13	6.1	4.2	0.5	104.0	3.4	○
14	6.0	4.1	2.0	98.3	3.8	○
15	6.1	4.0	5.2	104.1	3.4	○
16	6.0	4.0	8.8	105.8	3.5	○
17	6.2	4.1	※9.2	106.3	2.1	×

※1 本発明範囲外

高さ110mm)をアルゴン雰囲気下でスカル溶解により作成した。前記インゴットを1100℃に加熱後、幅50mm×厚さ30mmまでB域で鍛造した後、900℃に再加熱して幅50mm×厚さ7mmまでα+β域で熱間圧延を行った。

圧延後の素材は705℃において1時間加熱保持後、室温まで空冷する熱処理を行った。

上記熱処理後の素材より圧延長手方向に、平行部の肉厚が3mm、幅が6.25mmおよび標点間距離が25mmの板状試験片を採取し、25℃においてASTM-E8にしたがって引張試験を行った。また靱性値を評価する目的で圧延長手方向に幅が5mmのJIS4号ハーフサイズのシャルピー衝撃試験片(Vノッチ)を採取し、25℃において試験を行った。

これらの試験結果を第1表に示す。試験結果の評価値は0.2%耐力とシャルピー衝撃値に注目しておこない。0.2%耐力が95.0kgf/mm<sup>2</sup>以上、かつシャルピー値が3.0kgf/cm<sup>2</sup>以上を達成した場合について目標を達成したものとして表1中の評価○とした。

第1表の結果より、本発明に係る範囲内の成分組成において、室温での強度および靱性値の両特性における目標が、0.2%耐力が95.0kgf/mm<sup>2</sup>以上、かつシャルピー値が3.0kgf/cm<sup>2</sup>以上と達成されている。

## 発明の効果

以上の説明により明らかなように、本発明に係るチタン合金にあっては、重量%をもってAlを4.0%以上7.0%以下、Vを3.0%以上5.0%以下、Zrを0.1%以上9.0%以下の割合で含有し、残部がTi及び不可欠の不純物からなることを特徴としているので、α相とβ相との両相の強度を向上させ、チタン合金の本質的な問題点である靱性の低い点を解決し、強度及び靱性値が共に優れたチタン合金を提供することができる。

特許出願人：住友金属工業株式会社

代理人：井塚士 井内龍二